NAiS

松下电工可编程控制器
PID控制手册

松下电工(中国)有限公司　制御代理商

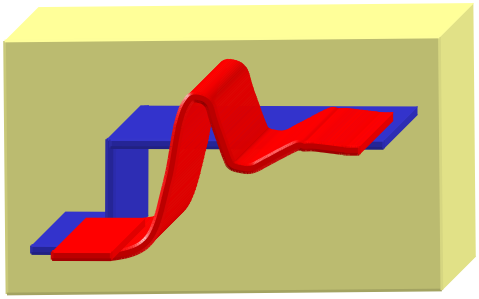
Vincent.lian

http://nais.nease.net

E-mail:vhoho@tom.com

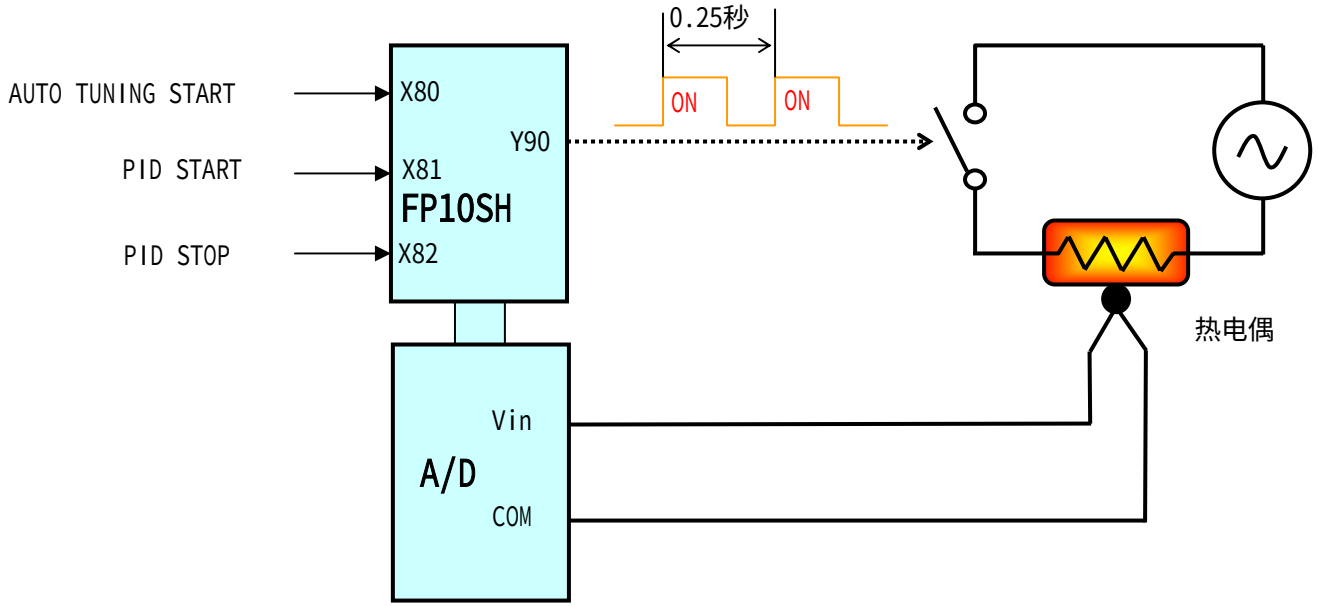
Tel:010-81122554

Smart Solutions by NAiS



PID控制自由自在！

利用FP10SH 模拟量单元+热电偶,对电吹风进行PID控制，
改变各个参数，观察其特性变化，
了解掌握 “如何控制PID特性”



AUTO TUNING（自整定）方法

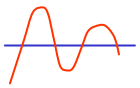
在进行PID控制时,为了达到最佳的控制效果,必须针对每个系统设置比例增益系数Kp、积分时间Ti、微分时间Td、(运算周期Ts)。
这些数据被称为PID控制的“参数”，根据不同的参数设置，即使是相同的机械对象，其控制内容及效果也会完全不同。
PID控制的专家通过长期的经验积累，熟知最适当的参数设置，可以将对象控制运行于最佳状态。
如果使用松下电工PLC的”AUTO TUNING(自整定)” 功能，则无论是谁都能够简单的完成参数设置。

【一次整定】

准备PID控制所使用的数据表.

由于PLC无视此时的参数，因此也可以预先设置最小值

设置较小的目标值，使机械不会受到损伤.



温度等有可能超过目标值.

控制方式码的最高位置“1”

AUTO TUNING

自整定结束后,最高位将自动清“0”。

所得到的参数由程序写入数据表。

一旦设置了参数,则下次运行时可以立即投入PID控制而无需AUTO TUNING。

【二次整定】

使用这些参数,运行于工作目标值,等待达到稳态值。

为了获得实际工作状态下的参数,应实际处于工作状态。

在稳态下再次进行 AUTO TUNING

PLC自动进行输出控制,并且没有大幅的输出震荡.

将第二次的参数作为实际的参数写入程序,用于实际运行。

必要时应重复进行2～3次,然后取其平均值.在此之后则无需进行AUTO TUNING。

AUTO TUNING可以对于各种系统测算出相应的参数。

通过在±2倍左右范围内修改所获得的参数，搜索针对该系统的参数,可以实现最适当的运行效果。

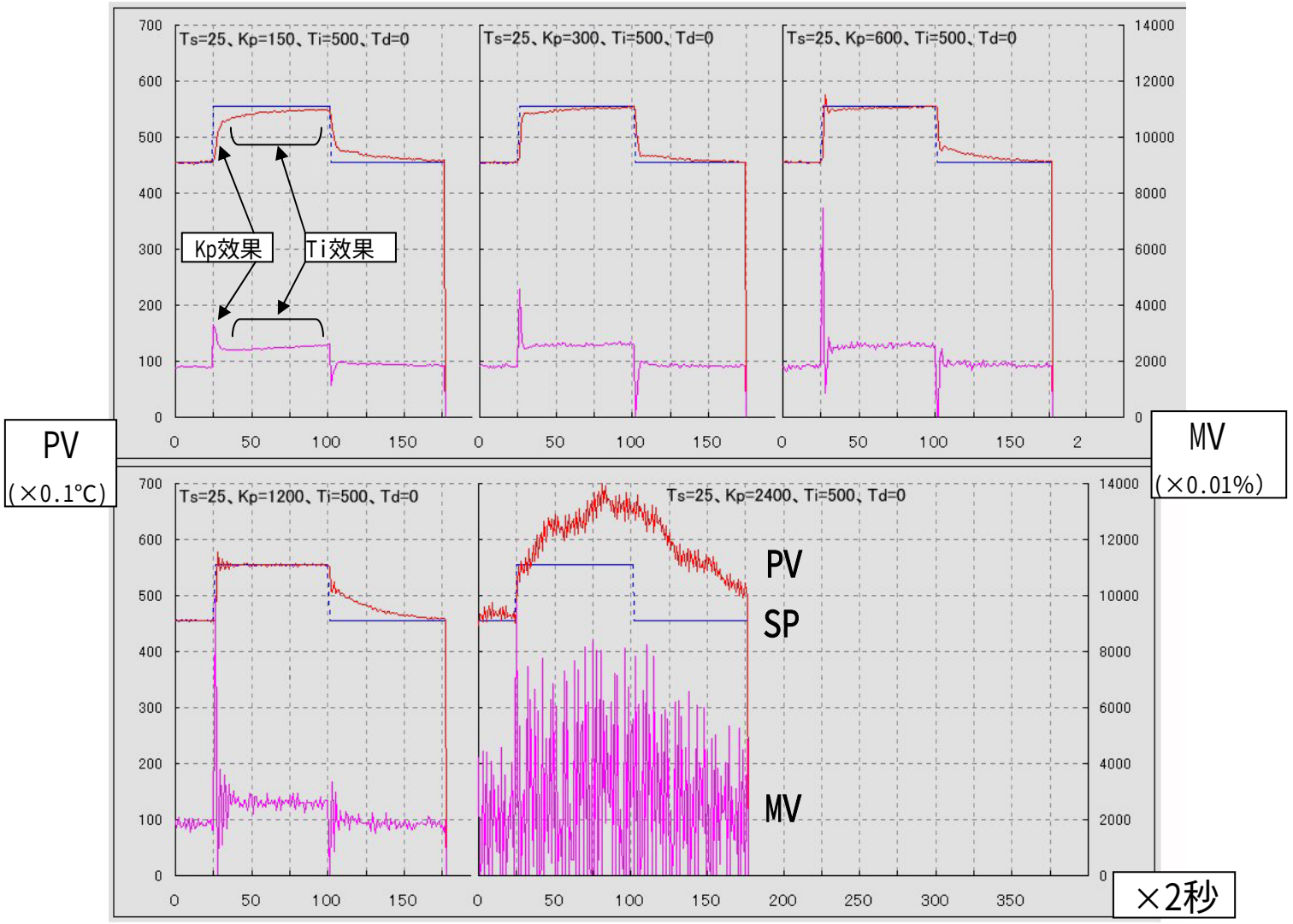
需要减小超调时,应增大积分时间Ti.

电吹风

PID控制 比例增益 “Kp” 特性

设为PID控制、Ts=25(250ms)、Ti=500(50.0秒)、Td=0,减小积分的影响，改变比例增益“Kp”测定其特性定。

◆Kp=150时初始响应误差较大，Kp=1200时震荡，=2400时发散，所以Kp=300至600最为合适。

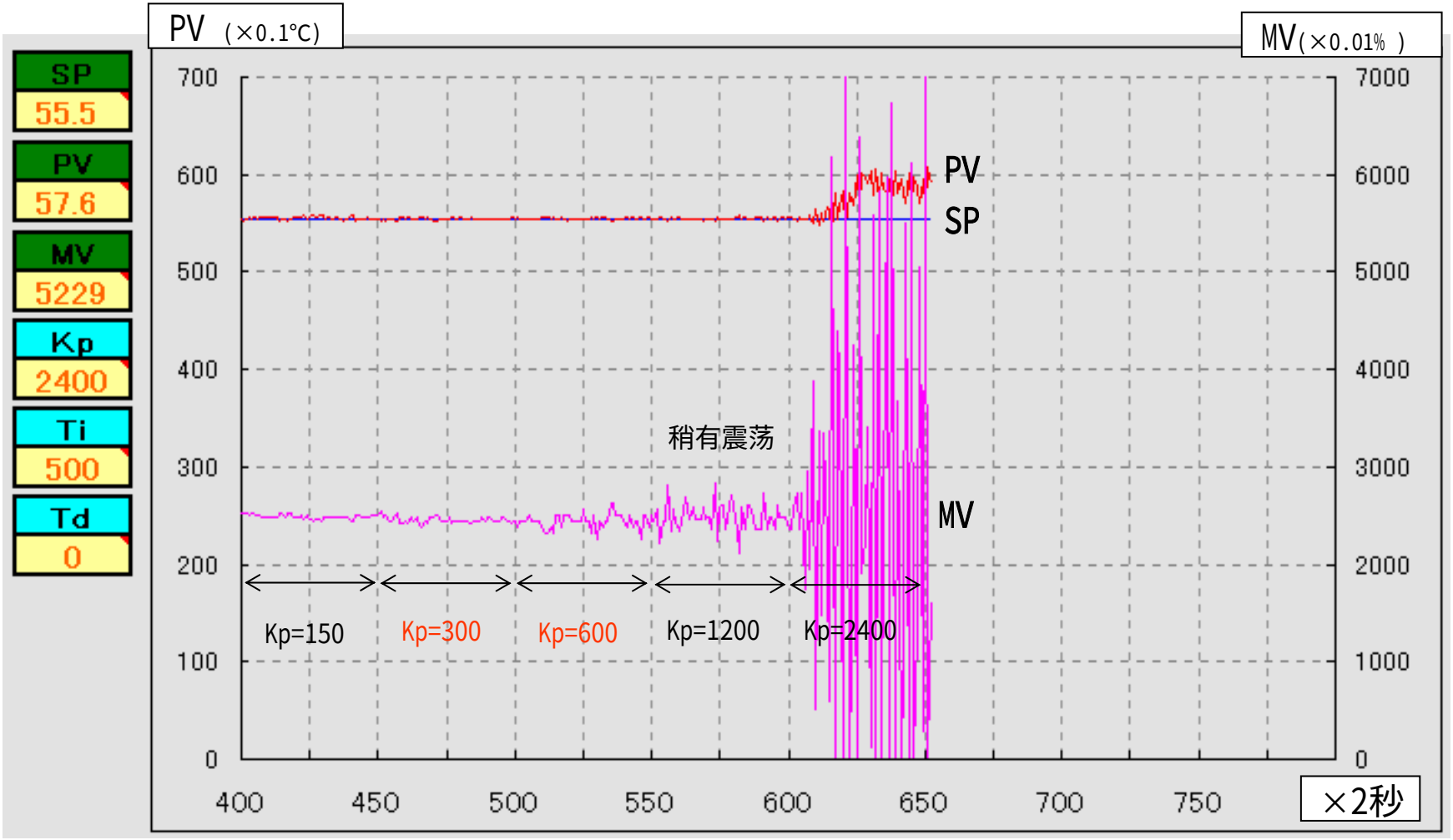


电吹风

IPD控制 比例增益 “Kp” 特性

设为IPD控制、Ts=25(250ms)、Ti=500(50.0秒)、Td=0,减小积分的影响，改变比例增益“Kp”测定其特性定。

◆Kp=1200时震荡，=2400时发散，Kp=150时误差较大，所以Kp=300至600最为合适。



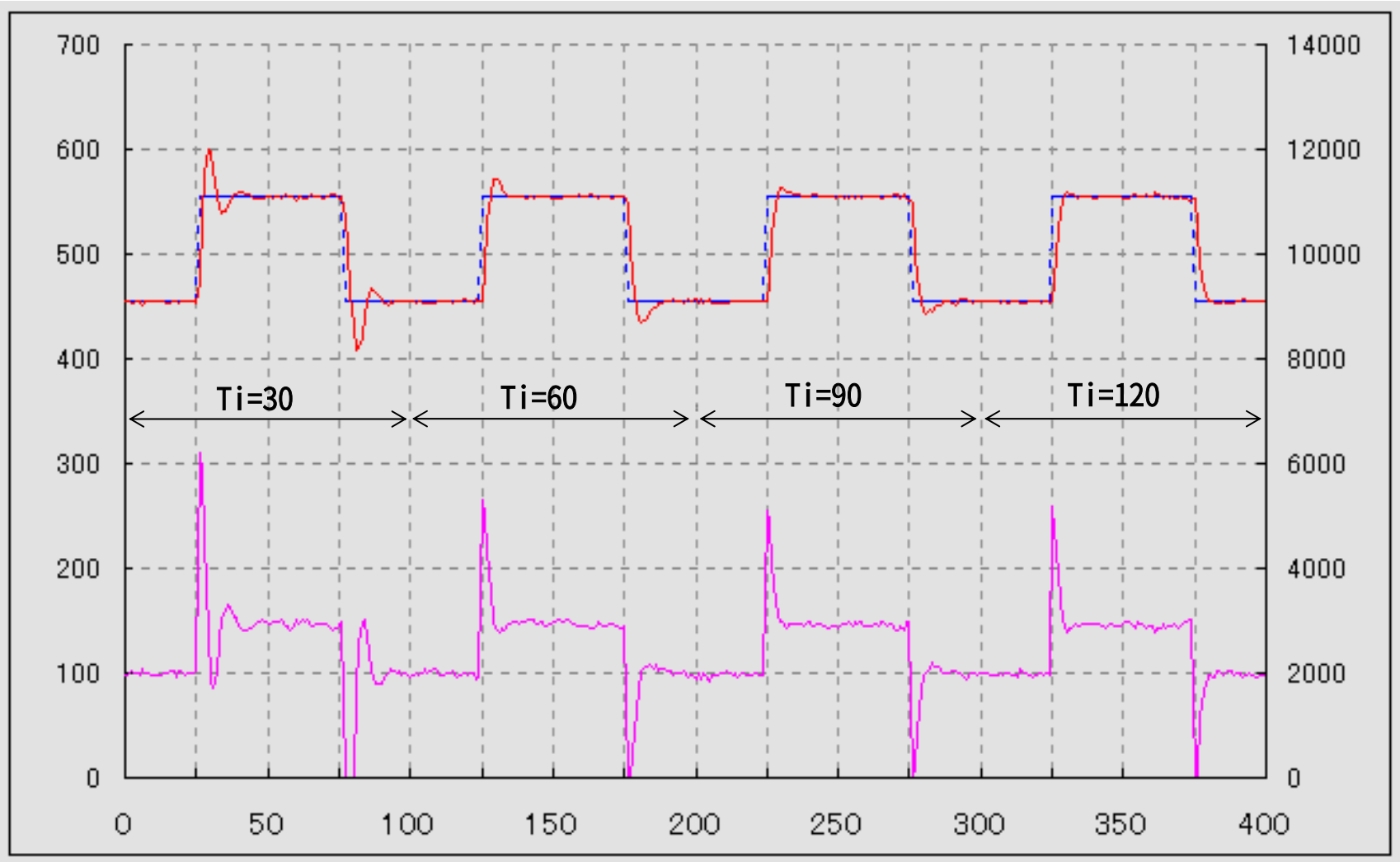
电吹风

PID控制 积分时间“Ti” 特性

设置为PID控制模式、Ts=25(250ms)、Kp=300、Td=1,将 “Ti”分别修改为30、60、90、120的特性。

◆积分时间“Ti”决定着响应特性。 (Ti越小,响应越快。)

Ti=30(3.0秒)时的响应有震荡、Ti=120(12.0秒)左右为最佳特性。(IPD控制模式时为6.0秒)



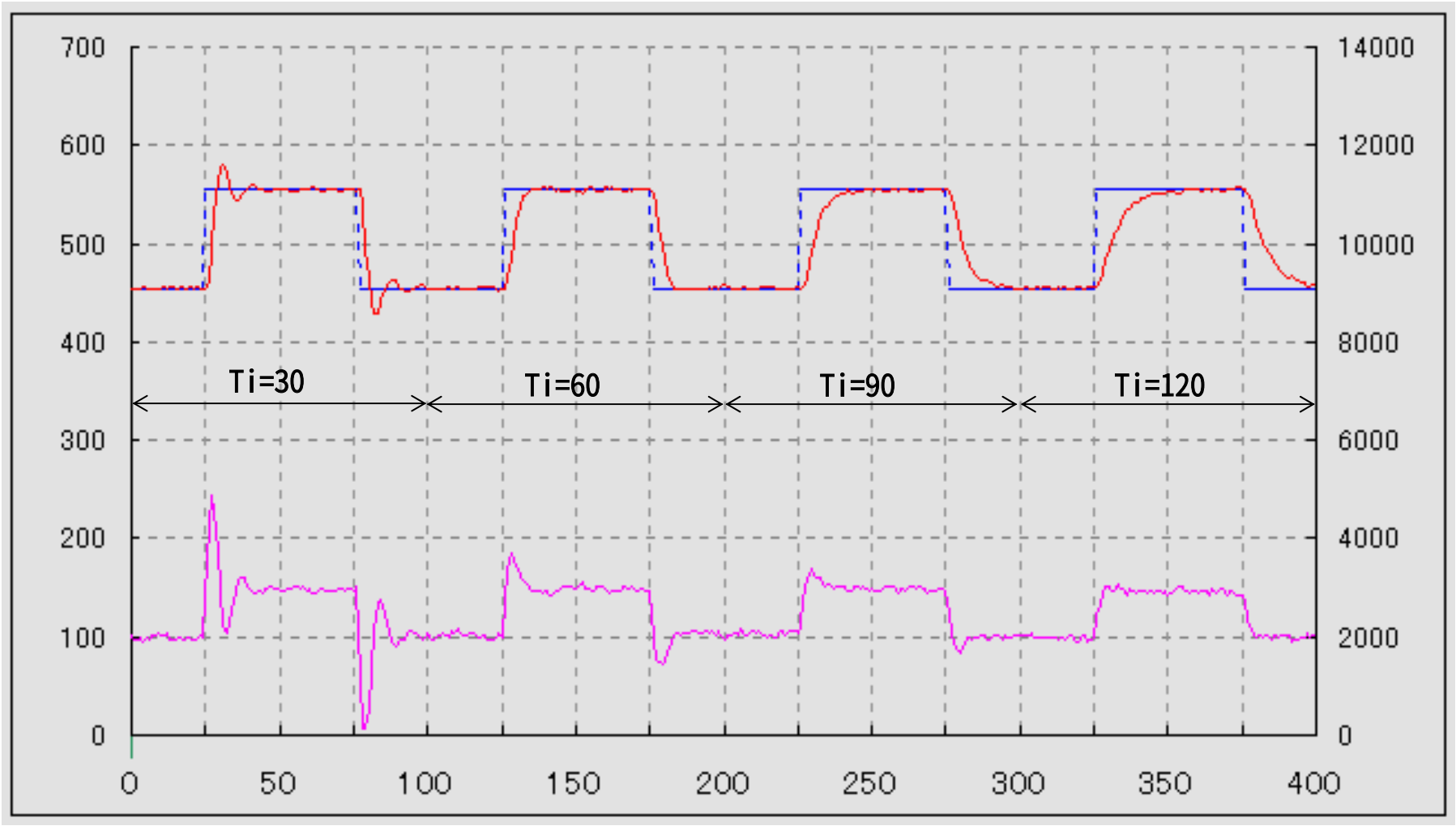
电吹风

IPD控制 积分时间“Ti” 特性

设置为IPD控制模式、Ts=25(250ms)、Kp=300、Td=1,将 “Ti”分别修改为30、60、90、120的特性。

◆积分时间“Ti”决定着响应特性。 (Ti越小,响应越快。)

Ti=30(3.0秒)时的响应有震荡、Ti=60(6.0秒)左右为最佳特性。(PID控制模式时为12.0秒)

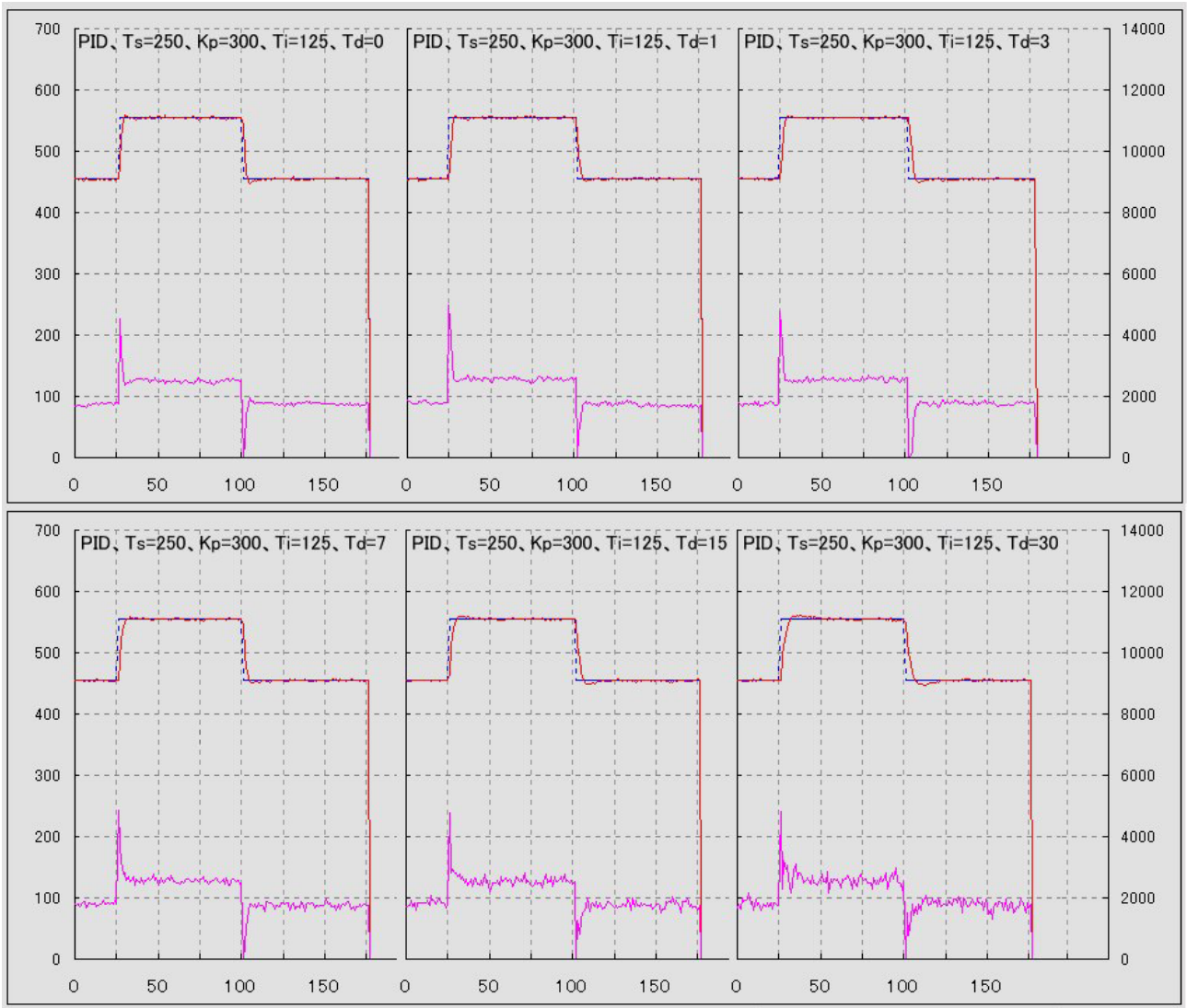


电吹风

PID控制 微分时间 “Td” 特性

设置为PID控制模式、Ts=25(250ms)、Kp=300、Ti=125，分别比较“Td” 修改为30、60、90、120时的特性。

◆几乎无法确认微分时间的变化对响应时间的改善。而仅仅是超调增大。



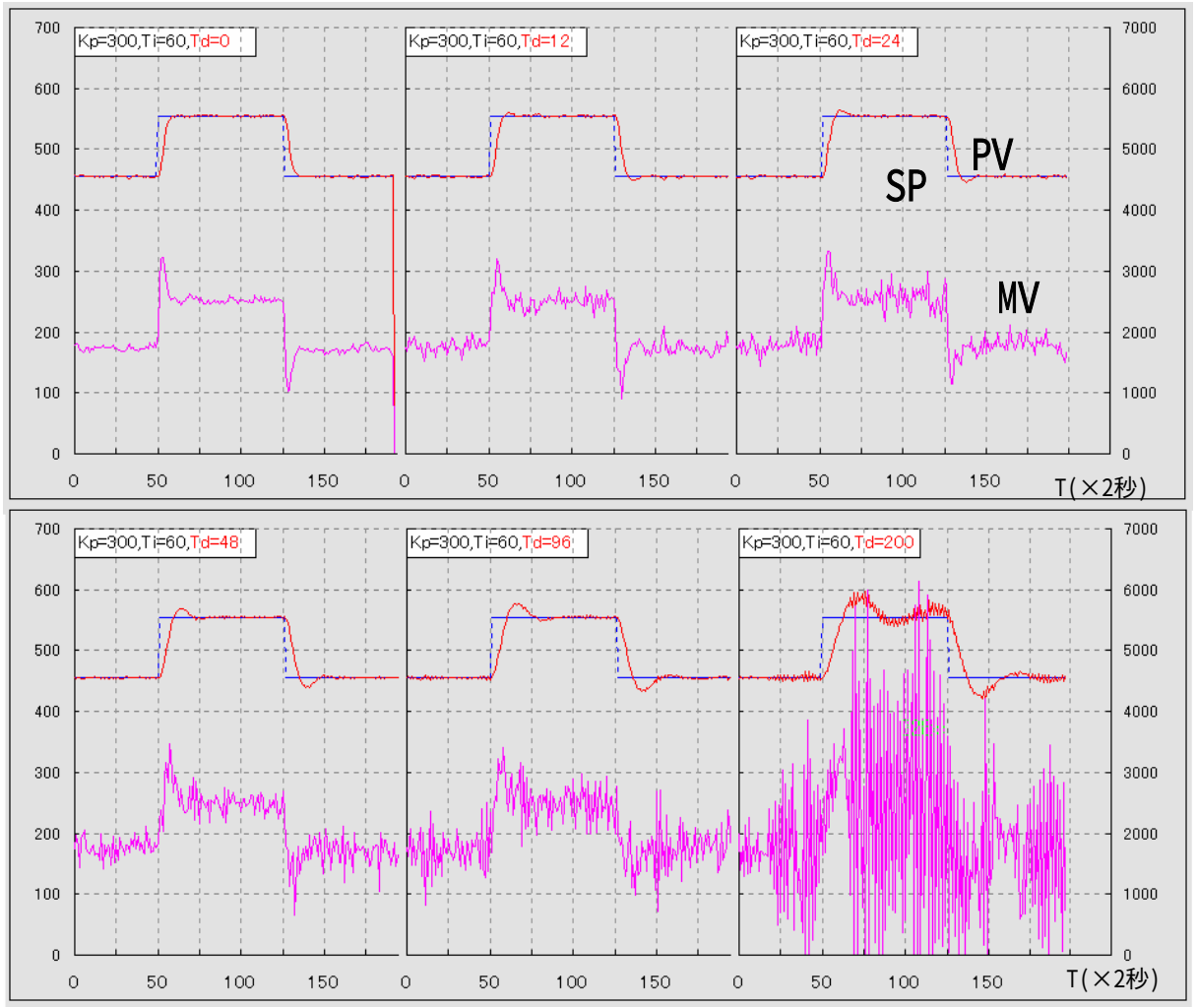
电吹风

IPD控制 微分时间 “Td” 特性

设置为IPD控制模式、Ts=25(250ms)、Kp=300、Ti=60(6.0秒)，分别比较 改变“Td”时的特性。

◆追加微分功能后,即使是微小的变化也能有所反应，因此运算输出“MV”会急剧变化。

◆Td=48左右时发生超调,但其达到稳态时的毛刺也很小。估计能够改善对应于设定值变化的响应特性。



电吹风

PID控制 设定值“SP” 特性

设置为PID控制模式、Ts=250、Kp=300、Ti=60、Td=1时,比较SP=50°C、60°C、90°C时的特性

◆当设定值“SP”变大时、对于加热器的加热特性的影响,其加热时的响应特性有一些变化,
但因为冷却特性没有变化,所以冷却时的响应特性也没有变化。

电吹风

IPD控制 设定值“SP” 特性

设置为IPD控制模式、Ts=250、Kp=300、Ti=60、Td=1时,比较SP=50°C、60°C、90°C时的特性

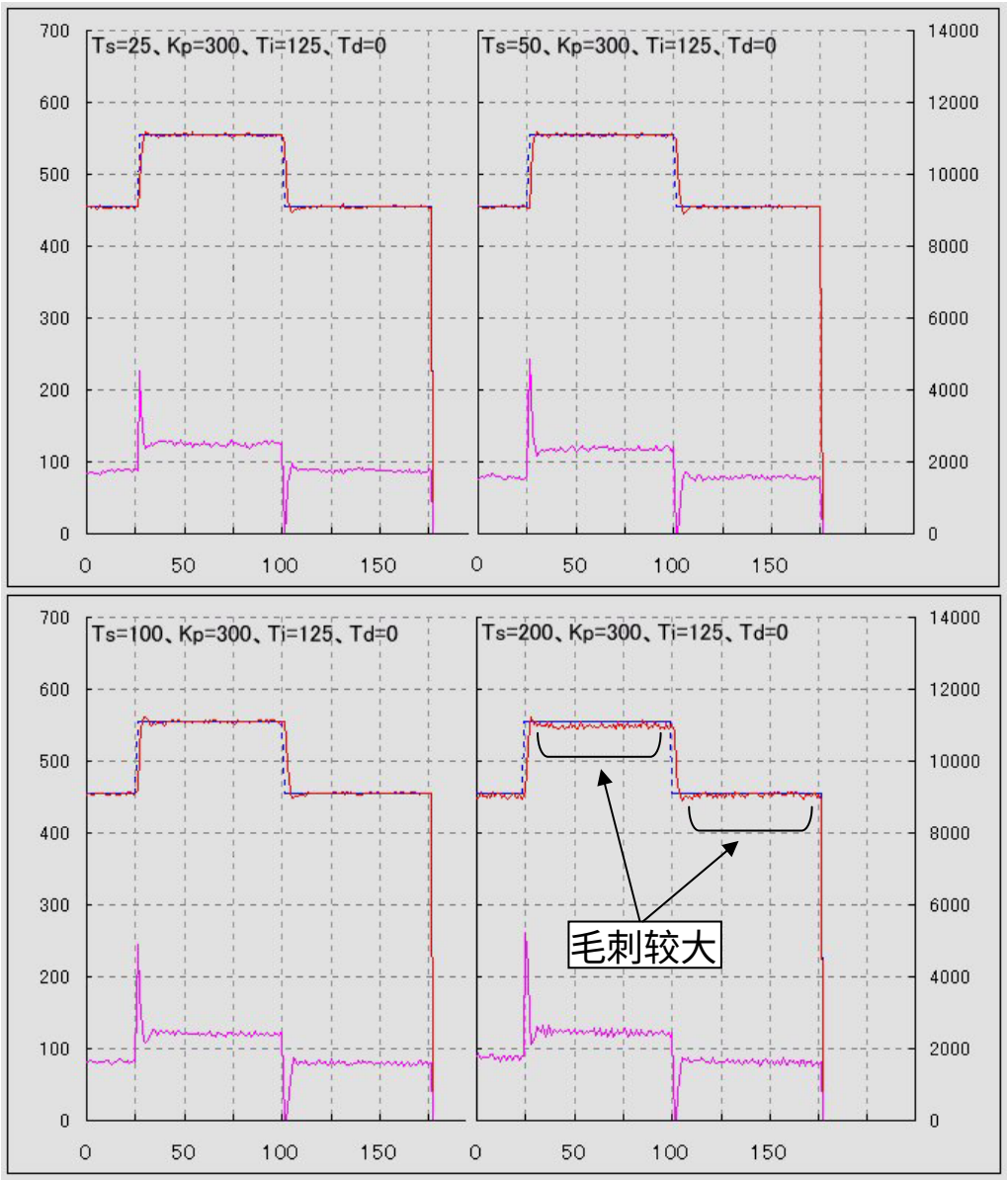
◆即使设定值“SP”发生变化,其响应特性也几乎没有变化。

电吹风

PID控制 采样间隔“Ts” 特性

设置为PID、Kp=300、Ti=125、Td=0时,比较改变“Ts”时的特性.

◆Ts为250、500、1000ms时几乎没有发生变化,
但是Ts=2000ms时,与温度变化相比,Ts过长,
因此温度变化的毛刺会变大.



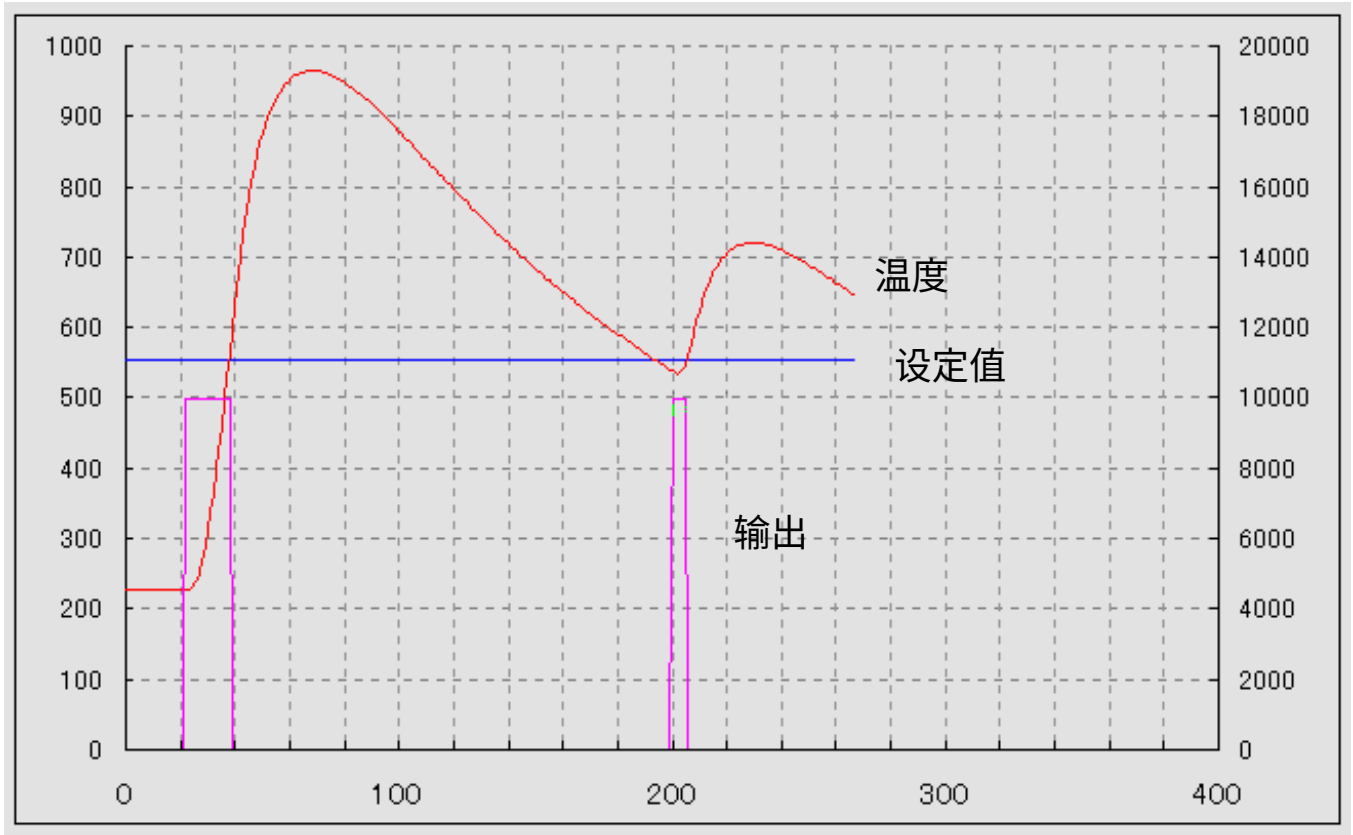
电烙铁

自整定

自整定执行状态

参数选择　Ts=100（1S）　“Kp=171、Ti=600、Td=150”。

温度(×0.1℃)　　输出(%)



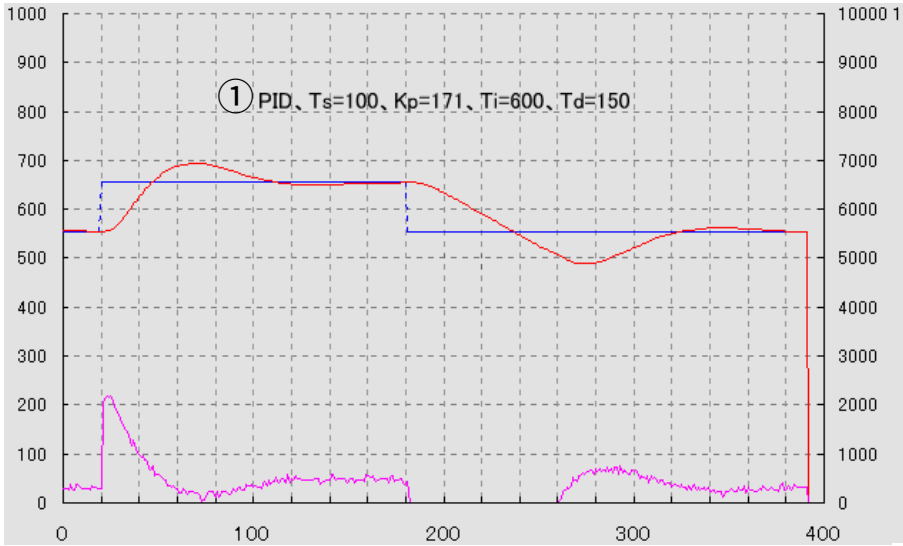
时间(×2秒)

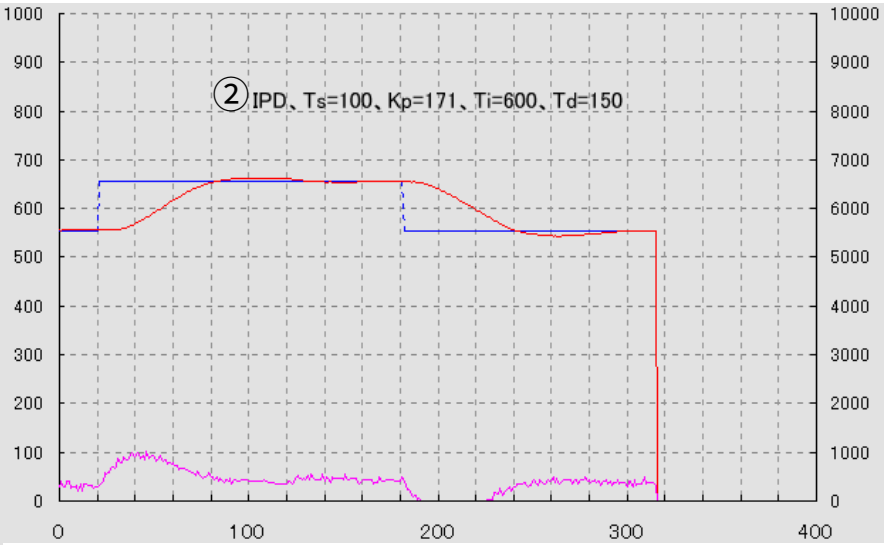
电烙铁

PID 与 IPD 特性

通过自整定选定的参数 Ts=100(1s) “Kp=171,Ti=600,Td=150 ” PID控制与IPD控制的不同点。

◆①的PID控制方法随着设定值的变化，输出(MV)的响应较大、温度的响应较快，但是超调也较大。



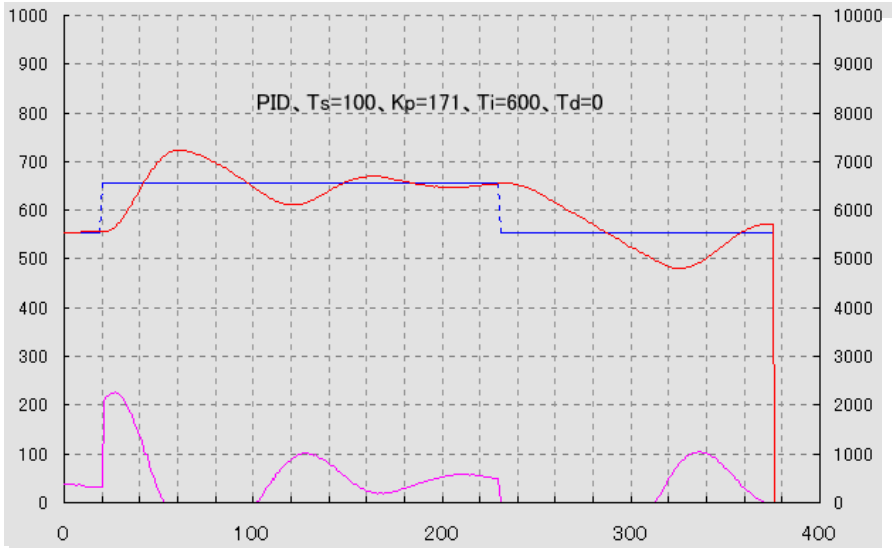


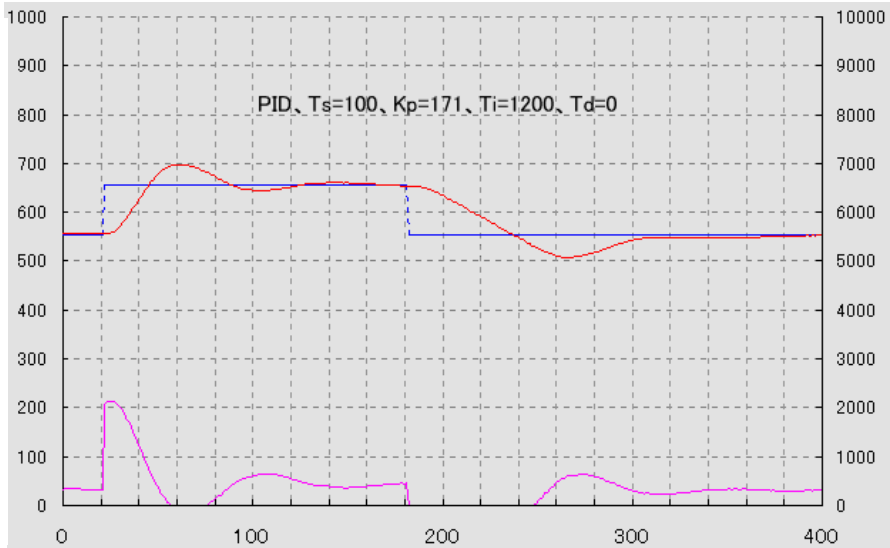
电烙铁

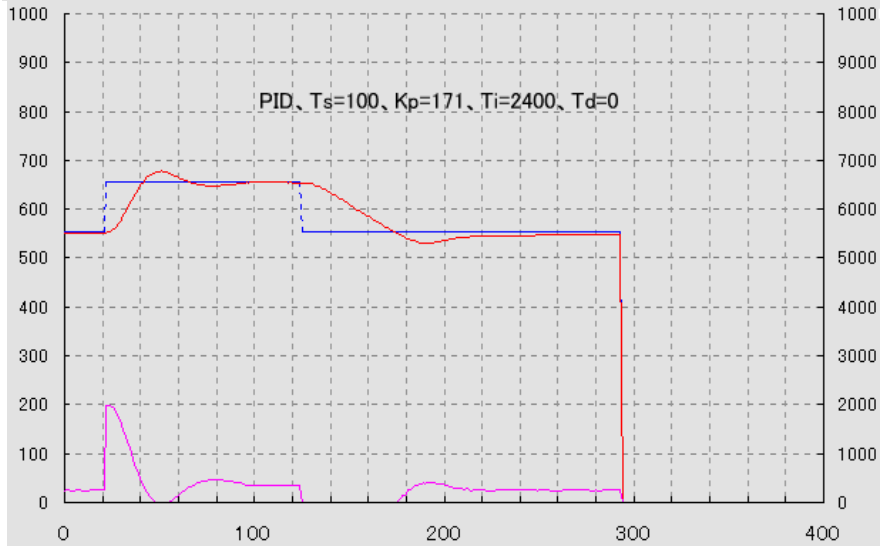
PID控制“Ti”特性

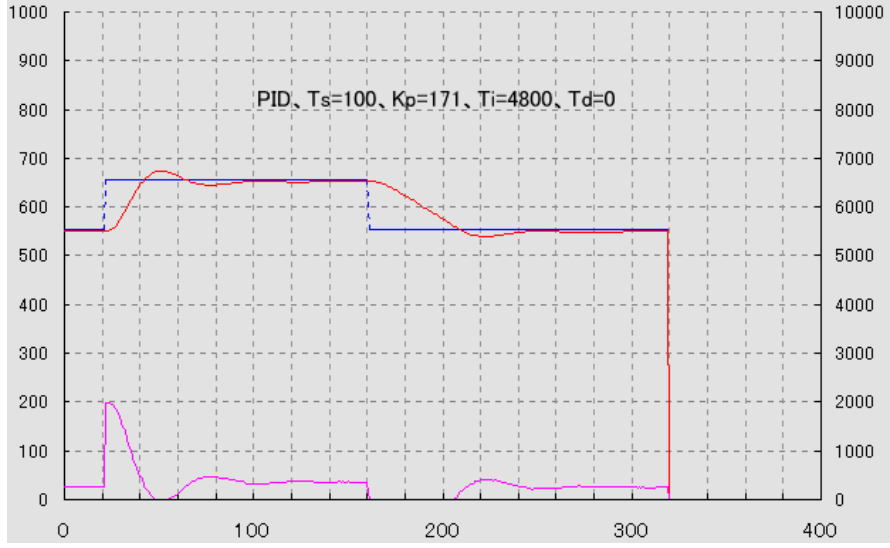
设置为PID控制模式、Ts=100(1s)、Kp=171、Td=0,分别将“Ti”改变为600,1200,2400,4800 时的特性。

◆积分时间“Ti”为600(60.0秒)时响应震荡,为2400～4800左右时稳定。









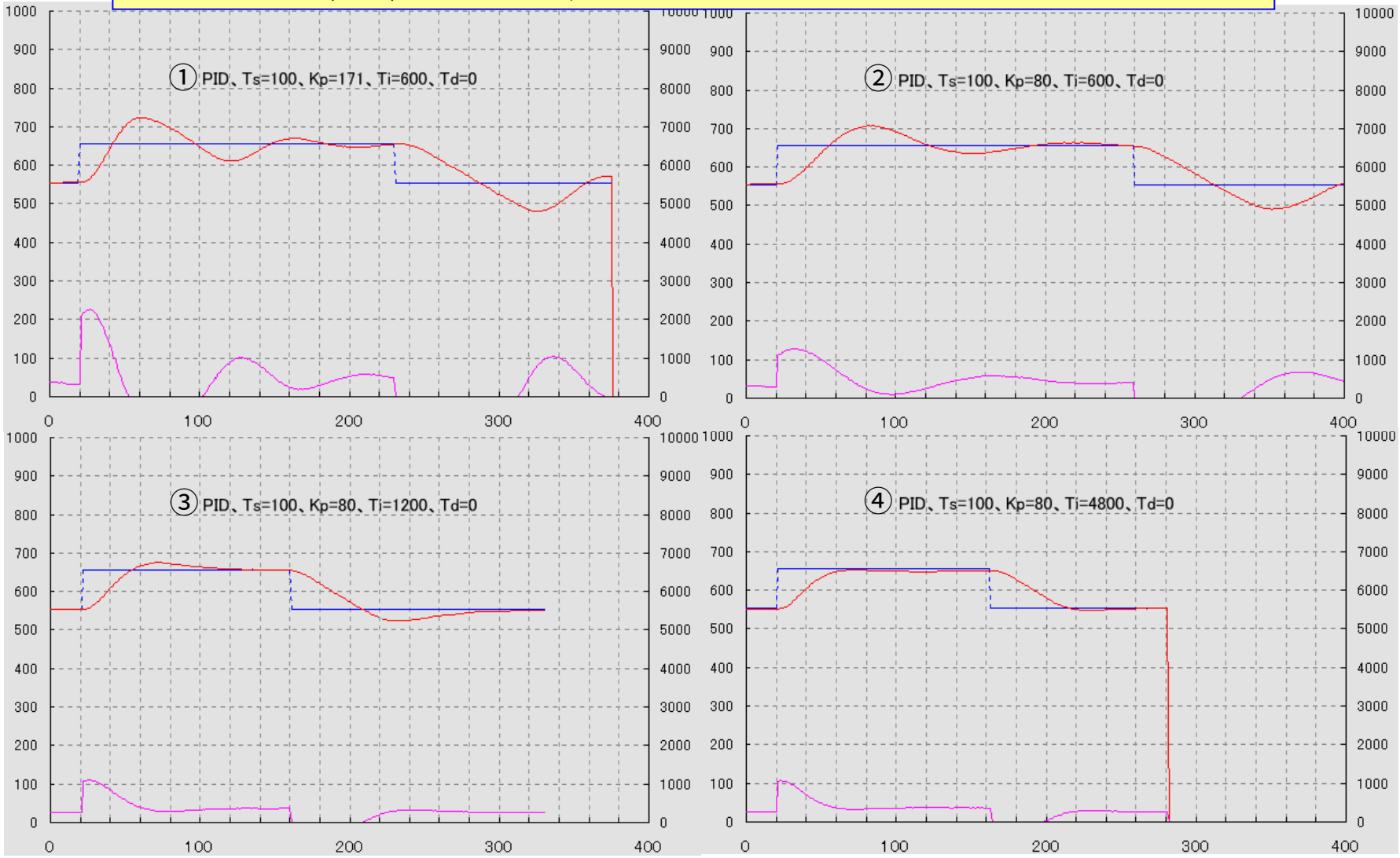
电烙铁

PID控制“Kp、Ti”特性

设置为PID控制模式、Ts=100(1s)、Td=0,分别将“Kp”改变为171、80、 “Ti”改变为600、1200、4800时的特性。

◆在①:Kp=171与②:Kp=80中,Kp较大的①的响应输出较大、响应速度较快,但震荡较大。

◆积分时间“Ti”为600(600秒)的②有一定的震荡,而4800的④比较稳定。

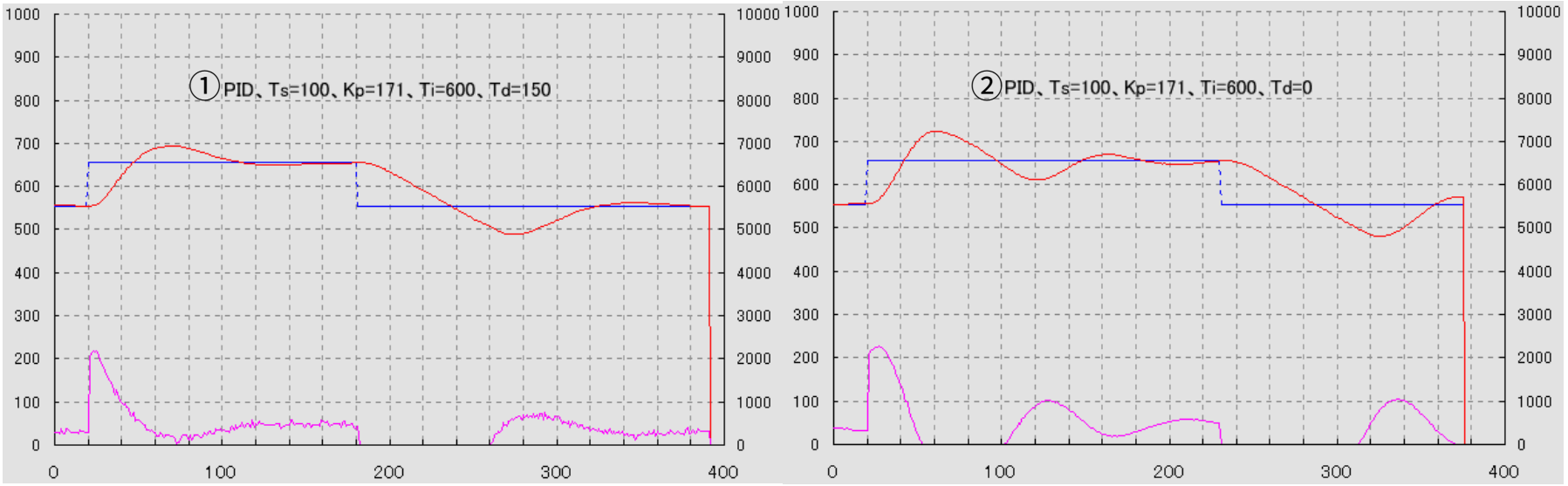


电烙铁

PID控制“Td”特性

设置为PID控制模式、Ts=100(1s)、Kp=171、Ti-60,分别使“Td”=150、0时特性。

◆①当(自整定参数的)Td=150时,微分动作有效时的响应有些缓慢,但对震荡有一定的抑制。



电烙铁

PID控制“综合”特性

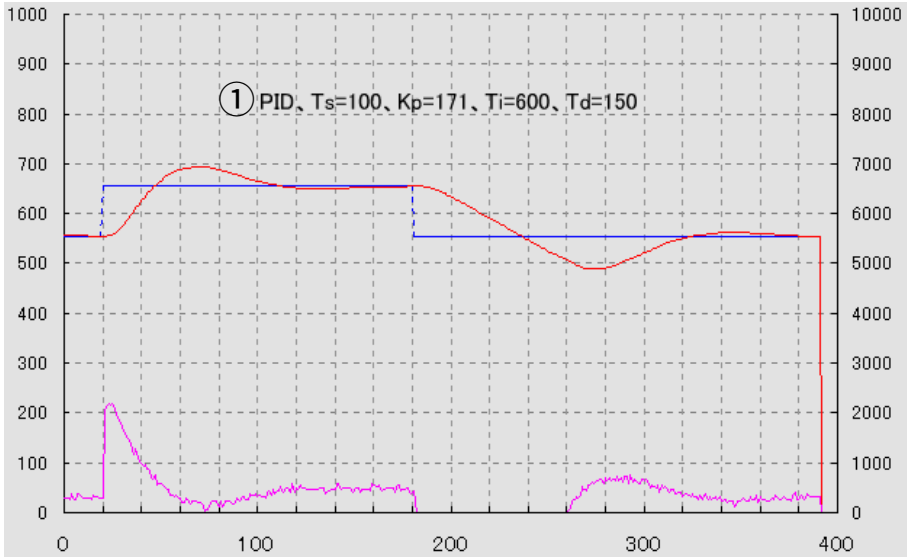
PID控制模式时,改变参数后的响应特性的变化。

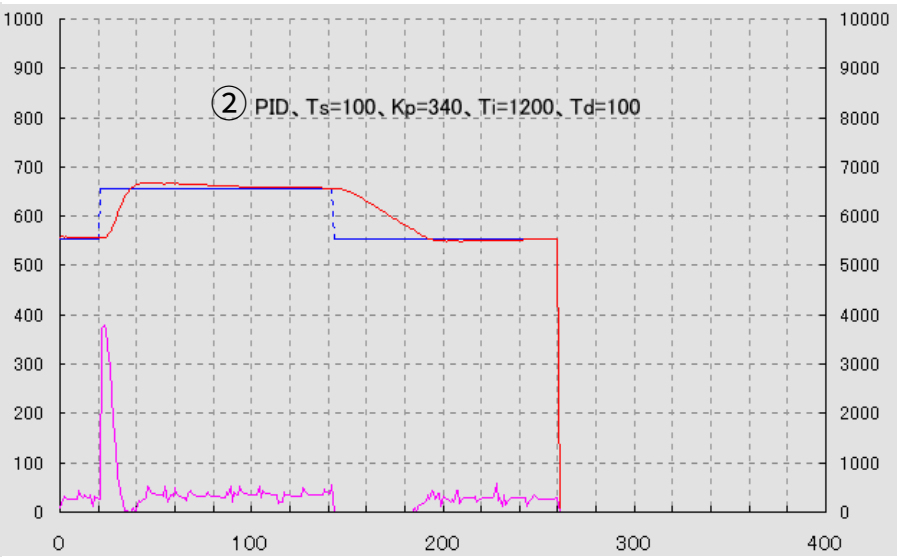
①自整定的参数 （ Ts=100(1s)、Kp=171、Ti=600、Td=150 ）

②通过特性实验所抽取的参数 （ Ts=100(1s)、Kp=340、Ti=1200、Td=100 ）

◆对应于Kp较大的②的设定值(SP)的变化、输出(MV)的响应较大(约为2倍),温度的响应也较快。

◆Ti较大的②的超调较小、震荡被抑制。





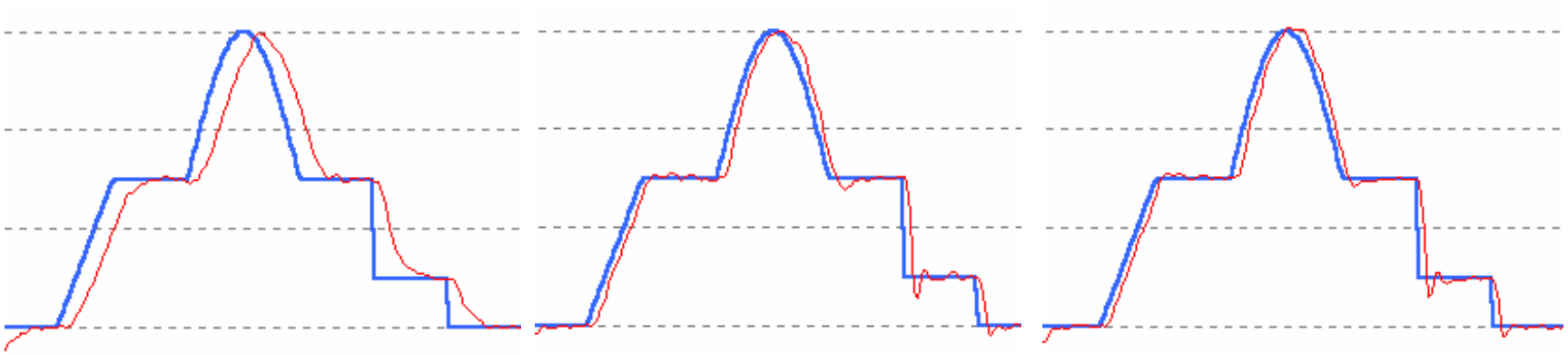
电吹风

PID控制“Kp”响应特性

通过改变Kp值，可以改善系统的响应特性。

Kp = 230， Ti = 75， Td = 15 的状态下、SP与PV的差值变大时，

通过将Kp由230变为400，可以改善系统的响应特性。



Kp＝230 固定

SP－PV＞±1。5℃ → Kp＝400

SP－PV＞±1℃ → Kp＝400

PID温度控制技巧

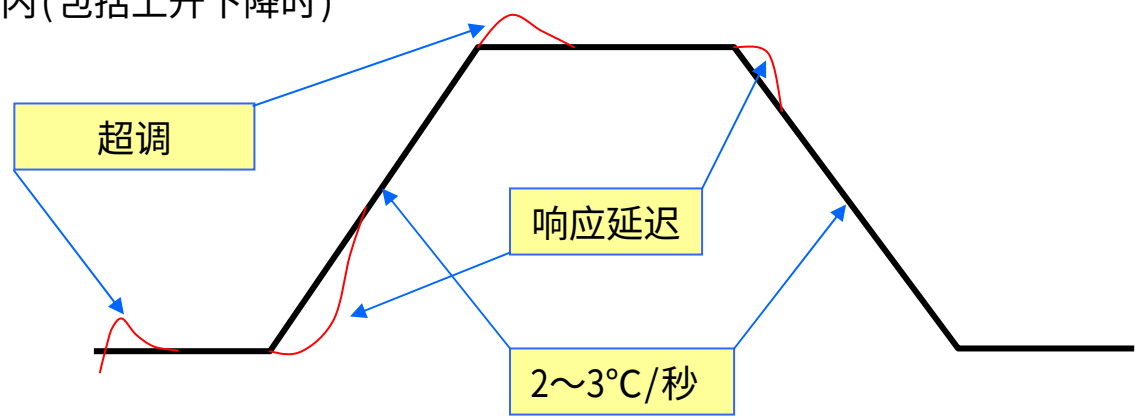
【目的】

改变设定值，在PID温度控制中实现***“高速响应时具有良好的跟踪特性”***的温度控制。

（在温度上升为0.1℃／秒左右的低速的情况下,只改变PID控制的设定值即可达到要求，但是对于2℃/秒等的高速情况,必须针对超调、响应延迟等采取一定的措施。）

【控制目标】

- 加热器达到20℃／秒的高速加热能力。
- 控制误差控制在±10℃以内(包括上升下降时)
- 设定值：300℃ ～ 800℃



【控制方法】

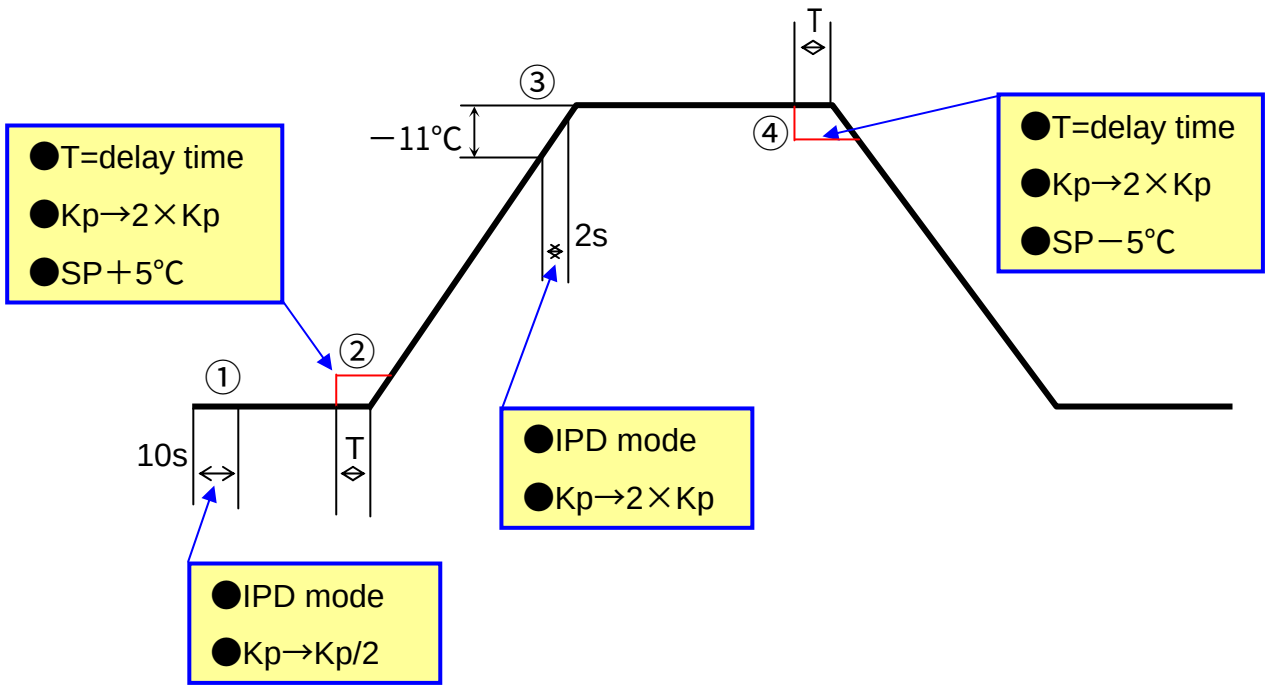
控制方法原则上采用PID模式、尽可能减短响应时间。

① 在PID控制开始时,以IPD模式、减小Kp、平缓启动。

② 在温度上升开始的delay time(随控制系统不同)之前，使设定值以阶越状增大5℃左右，Kp也改变约2倍，消除延迟。

③ 在上限值的约11℃之前的约2秒钟、采用IPD模式的同时、Kp改变约2倍、抑止超调。(水平部分可以全部采用IPD模式)

④ 在下降开始delay time之前，将设定值以阶越状减小约－5℃。



PID 参数 设定方法

进行PID控制的参数设置时

【1】比例增益“Kp”的设定方法。

①为了不产生积分效果,将“Ti”增大(与控制系统的响应时间相比,10倍以上).为了不产生微分效果,将“Td=0”。

②在不会对控制系统产生恶劣影响的范围内,改变设定值,

在Kp值从小到大变化的同时,确认系统响应特性,在产生震荡状态的范围内,选择较大的数值作为“Kp”。

【2】积分时间“Ti”的设定方法

①在由【1】选择的Kp值的基础上、为了不产生微分效果、置“Td=0”。

②在不会对控制系统产生恶劣影响的范围内,改变设定值,

在Ti值从大到小变化的同时,确认系统响应特性,在产生震荡状态的范围内,选择较小的数值作为“Ti”。

【3】微分时间“Td”的设定方法

①设置为【1】的Kp和【2】的Ti。

②在不会对控制系统产生恶劣影响的范围内,改变设定值,

在Td值从小到大变化的同时,确认系统响应特性,选择最佳的“Td”。

【4】控制周期“Td”的设定方法

①将参数设置为由【1】、【2】、【3】所选择的数值。

②在不会对控制系统产生恶劣影响的范围内,改变设定值,

从小到大改变Ts值,在不产生PV不稳定的范围内选择较大的数值.

本控制示例的温度变化较为剧烈,Ts＜100、Kp=300～600、Ti=60～120、Td=0～20为最佳。

(在自整定过程中,Kp=300、Ti=36、Td=9,选择了略小的Ti值。如果扩大2倍,则超调会变小.)

★决定响应特性的重要参数是积分时间，需要减小超调时,应稍微减小Ti值.

★微分动作基本没有太大的影响.

★无论PID模式还是IPD模式,Kp都是相同的,但是对于PID模式和IPD模式,Ti的最佳值稍有差异、约Ti(PID)×2 =Ti(IPD)。

★与控制系统的响应时间相比,如果Ts过大,则“毛刺”会增大。

PID 参数 设定事例

进行PID控制的参数设置时

【1】9W AC电机控制	IPD-正动作、Kp=300、Ti=20(启动时)、5(稳定时)、Td=0、Ts=1(10ms)
【2】90WA AC电机门控制御	PID-正动作、Kp=3000、Ti=5、Td=0、Ts=1(10ms)
【3】4000A 加热器	PID-逆动作、Kp=200(启动时: 100)、Ti=100、Td=0、Ts=1
电吹风	Kp=462、Ti=66、Td=16、Ts=50
电吹风(20次平均)	Kp=170、Ti=150、Td=37 、Ts=50
电烙铁(10次平均)	IPD-逆动作、Kp=74、Ti=1258、Td=314、Ts=100

Panasonic ...the new name for NAiS

技术支持电话：**010-81122554**

技术网站 : **http://nais.nease.net**

电子信箱：**vhoho@tom.com**